# 原子力規制庁と協働で実施した 2号機オペレーティングフロア調査結果について

2021年5月28日

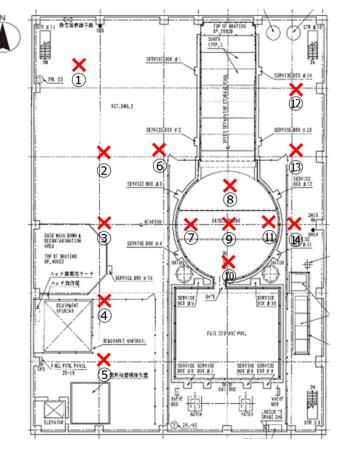


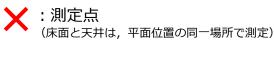
東京電力ホールディングス株式会社

# 1. オペフロ調査の目的



- オペレーティングフロア(以下,オペフロ)の床面及び天井面の調査を2021年 4月14日~15日で実施。
- 目的
  - 床面調査は,シールドプラグの隙間及び下部にあると想定されるセシウムからの散 乱線の影響を評価すること。
  - 天井面調査は, 天井の表面汚染密度を評価すること。
  - 当該調査結果は,事故分析のみならず,廃炉作業のインプットとして活用。







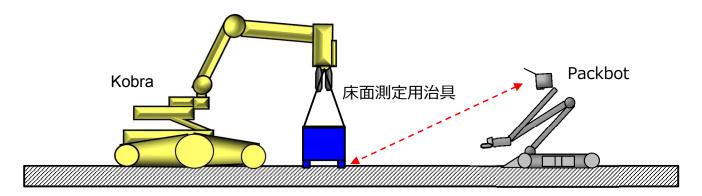


# 2. オペフロ調査方法



## ■ オペフロ床面調査

- ▶ ポータブル線量計を測定用治具に設置し, Kobraにて測定点に運搬
- 着床させ,4分間の測定を実施(待機)
- 測定治具の着床状態をPackbotのカメラで確認

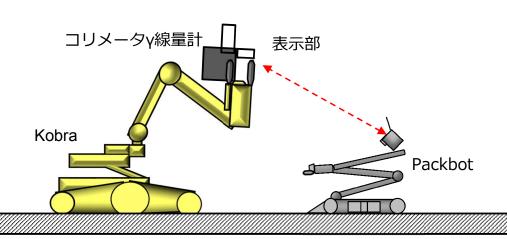




測定用治具写真

## ■ オペフロ天井面調査

- > コリメータγ線量計を天井に向け1分間測定(待機)
- ▶ Packbotのカメラで表示部を確認し、測定値を記録





コリメータγ線量計写真

# 3. 床面・天井面の表面汚染密度の測定結果



- オペフロ内床面(東側, 西側, シールドプラグ上)の表面汚染密度は, ほぼ同様 であることを確認。2021年3月に実施したオペフロ空間線量率測定結果のシー ルドプラグ上部における空間線量率が,他の領域より高かった原因は散乱線※ の影響と評価。※:3層のシールドプラグの隙間及び下部に蓄積されているセシウムの影響
- 天井面の汚染が一様に存在した場合の床面高さ1mの位置における天井面から の線量寄与は、0.9mSv/h程度※であると評価。※測定値を基に高エネ研にて評価

## 【床面の表面汚染密度評価値】

✓ 西側平均 3.6E+04Bq/cm<sup>2</sup>

✓ シールドプラグ上平均 8.4E+04Bq/cm<sup>2</sup>

東側平均

 $6.8E + 04Bq/cm^{2}$ 

## 【天井面の表面汚染密度評価値】

▶ 平均 2.3E+05Bq/cm²



測定点⑩における床面測定状況



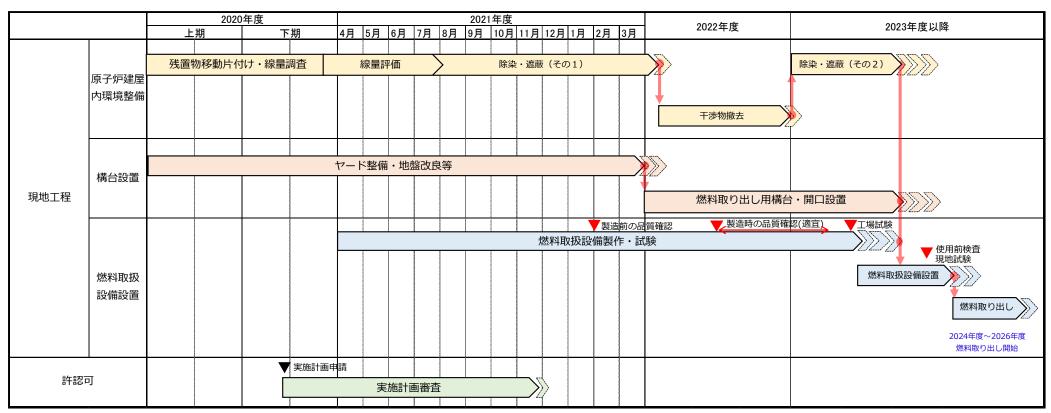
測定点⑩における天井面測定状況

# 4. 今後のスケジュール



- シールドプラグ上は、散乱線の影響が大きいことが確認できた。散乱線は、直接線に比べて、γ線エネルギーが低いことから、今後実施する遮蔽の線量低減効果に十分期待できる見込みである。
- オペフロ環境の目標線量1mSv/h以下を達成すべく,除染作業と遮蔽設置作業を進める。

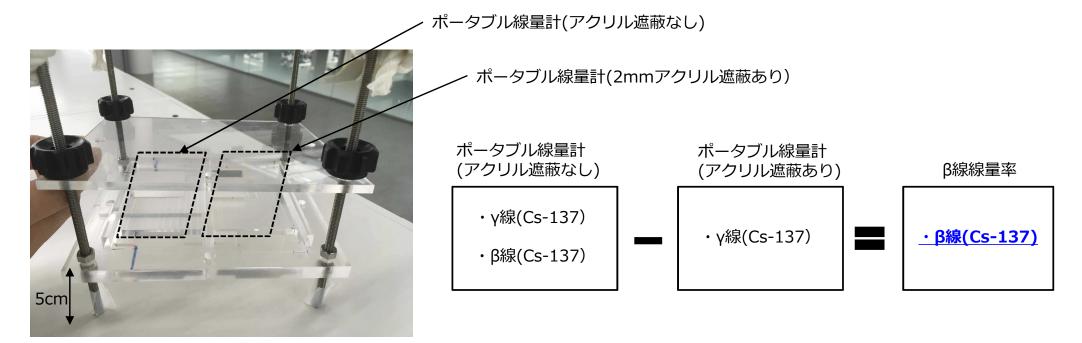
#### ▼:品質管理上のホールドポイント



## 参考1.ポータブル線量計を用いた測定により表面汚染密度を求める原理



- アクリル遮蔽がないポータブル線量計は, γ線, β線を測定するが, 2mmのアクリル遮蔽があるポータブル線量計は, Cs-137のβ線(最大0.514MeV)が遮蔽される。
- アクリル遮蔽がないポータブル線量計と2mmのアクリル遮蔽があるポータブル線量計の 差分により、Cs-137のβ線線量率を算出する。
- Cs-137のβ線線量率に応じたCs-137の表面汚染密度の関係は、校正線源を用いて事前に 取得しておくことにより、Cs-137の表面汚染密度を算出する。

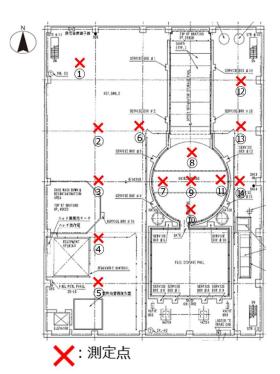


## ■参考

# 参考2. 測定結果【床面調查】



【測定日】4/14 【測定器】ポータブル線量計 【測定高さ】床面より5cm オペフロ内床面(西側,東側,シールドプラグ上)の表面汚染密度は、ほぼ同様であることを確認した。このことから、シールドプラグ上部の線量率が他の領域より高い原因は、散乱線(3層のシールドプラグの隙間及び下部に蓄積されているセシウム)の影響と評価出来る。



※1 黄色ハッチング箇所のみを有効とした。 1cm線量当量率のアクリル遮蔽ありとアクリル遮蔽なしで、差が10%以上ある測定点については、線量計の近くに局所的な高濃度汚染が存在している可能性があるため評価対象外とした。

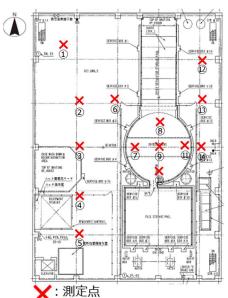
# ※2 表面汚染密度換算式表面汚染密度 = (アクリル遮蔽なし(70μm)-アクリル遮蔽あり(70μm))÷換算定数・換算定数: 7.2E-04[(mSv/h)/(Bq/cm²)](測定値を基に高工ネ研にて評価)

	1cm線量当	量率(測定値)	70µm線量当量	量率(測定値)	Cs-137表面汚染密度 (評価値) <sup>※2</sup>
測定点	r	ıSv/h	mS	v/h	Bq/cm²
	遮蔽なし	遮蔽あり	遮蔽なし	遮蔽あり	БЧ/ СП
1	6.72	6.76	32.3	8.58	3.3E+04
2	14.2	25.7	29.8	40.3	_*1
3	5.92	5.84	15.1	6.80	1.2E+04
4	8.26	7.78	36.3	9.42	3.7E+04
(5)	19.2	14.2	42.7	16.8	_ *1
6	17.5	16.3	65.0	20.6	6.2E+04
7	38.0	36.3	107	46.8	8.3E+04
8	229	254	362	353	1.2E+04
9	265	365	567	485	_*1
10	147	123	472	156	_*1
11)	22.2	23.3	142	30.5	1.6E+05
12	50.3	49.1	132	60.5	1.0E+05
(13)	113	85.8	189	102	_ *1
<b>1</b> 4)	50.3	49.1	92.0	66.4	3.6E+04

# 参考3. 測定結果【天井面調査】



【測定日】4/15 【測定器】コリメータγ線量計, Dose-i(空間線量計) 【測定高さ】床面より1.2m 測定結果を用いて天井面からの線量寄与を評価したところ,床面高さ1mの位置で0.9mSv/h程度※1



※1 14箇所の天井の平均表面汚染密度 (2.3E+05Bq/cm<sup>2</sup>) が, 天井に一様に存 在した場合の床面高さ1mの位置におけ る天井からの線量寄与(測定値を基に高工 ネ研にて評価)

## ※2 表面線量率 換算式

表面線量率=コリメータ値×換算定数-

空間線量率×鉛減衰率

・換算定数:8.20E-04[(mSv/h)/cps]

・鉛減衰率: 1.81E-03

#### ※3 表面污染密度 換算式

表面汚染密度 = 表面線量率×換算定数

・換算定数:1.38E+06[(Bq/cm2)/

(mSv/h)]

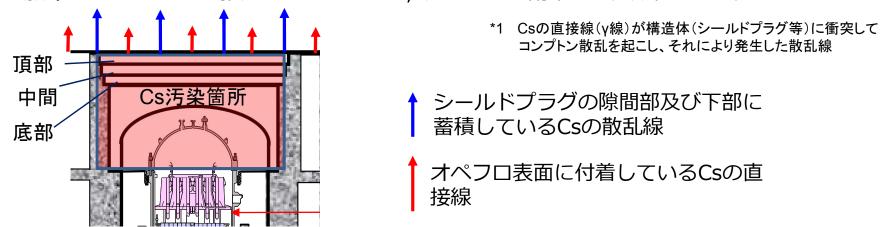
(測定値を基に高工ネ研にて評価)

測定点	測定開始時間	測定終了時間	コリメータ値 (測定値) (cps)	空間線量率 (測定値) (mSv/h)	表面線量率 <sup>*2</sup> (評価値) (mSv/h)	表面汚染密度 <sup>*3</sup> (評価値) (Bq/cm²)
1	11:03:00	11:04:00	113	8.78	0.08	1.1E+05
2	11:07:00	11:08:00	410	13.60	0.31	4.3E+05
3	11:10:00	11:11:00	263	11.08	0.20	2.7E+05
4	11:13:15	11:14:15	126	11.52	0.08	1.1E+05
(5)	11:15:35	11:16:35	155	13.68	0.10	1.4E+05
6	11:20:00	11:21:00	229	20.88	0.15	2.1E+05
7	11:27:45	11:28:45	299	61.27	0.13	1.8E+05
8	11:31:15	11:32:15	293	102.2	0.06	7.5E+04
9	11:34:30	11:35:30	379	117.2	0.10	1.4E+05
10	11:37:10	11:38:10	262	70.34	0.09	1.2E+05
(1)	11:41:20	11:42:20	346	61.27	0.17	2.4E+05
12	11:48:40	11:49:40	147	33.62	0.06	8.2E+04
13	11:52:20	11:53:20	343	31.32	0.22	3.1E+05
<b>1</b> 4	11:58:20	11:59:20	865	53.56	0.61	8.4E+05

# 参考4. 測定結果の考察



- これまでのオペフロ調査でシールドプラグ上部のγ線線量率が他の領域より高いことが分かっており、オペフロ面により多くの汚染が付着していれば他の領域よりもオペフロ面に付着したCsの直接線が高いと考えられる。
- 床面調査により、オペフロ面でほぼ同じ表面汚染密度であることが確認できた。
- シールドプラグ上部のγ線線量率が他の領域より高い原因は、散乱線<sup>※1</sup> (3層のシールドプラグの隙間部及び下部に大量に蓄積されているCs)の寄与が大きいと判断できる。
- シールドプラグ上の線源は、オペフロ表面に残っているというよりも、散乱線の大きくなるような領域(表面ではない場所)に線源があると推定されることから、遮蔽による効果は十分期待できる見込みである。



散乱線の寄与が大きい場合のオペフロγ線線量率イメージ

## ■参考

2014年に2号機原子炉建屋内から採取したシールドプラグ上部・北東床面のボーリングコア試料の分析をJAEAにて実施した結果と今回の測定結果を比較して同程度の表面汚染密度であった。

# 参考5.オペフロ線量低減の設計状況

※アクセス可能な範囲で実施



- 2018年度に実施したオペフロ調査結果から、遮蔽体設置工法及び除染の仕様について現在詳細 な検討を進めている。
- 除染及び遮蔽設置後の評価結果より、原子炉建屋内の有人作業は限定的な作業ではあるが、可能 であると評価している。想定している有人作業は以下の通り。
  - > 設備設置時:SFP近傍へのITV及び照明設置,非常用注水配管設置,ランウェイガーダ設置
  - ➤ 設備不具合時:ITV故障,燃料取扱機油圧系統不具合等
- 今後実施する線量低減作業時にホールドポイント(除染・遮蔽完了後等)を設け、線量低減効果 の確認を行い, 追加線量低減対策の要否を検討する計画。



### 【オペフロ内の線量評価】

- ✓ 有人作業を想定している エリアでの線量率の評価結果 約1.8~2.3mSv/h
- アクセス通路内部の評価結果

ウェルト: 250mm

床面:80mm

壁面: 40~60mm

: コンクリート遮蔽厚さ

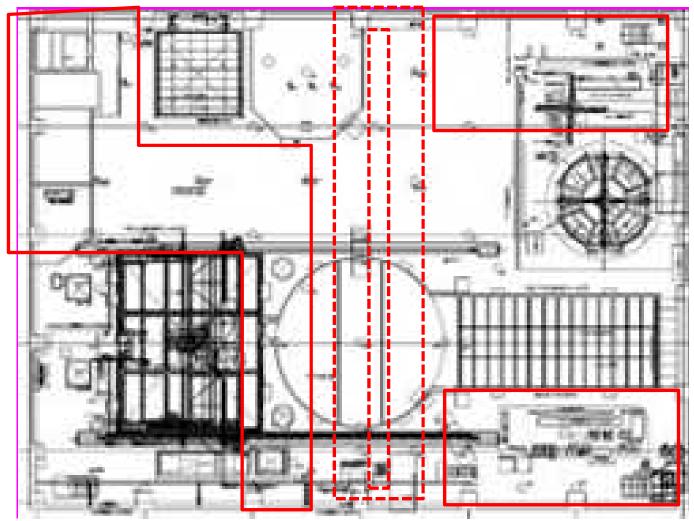
床面: 200mm

■:アクセス通路

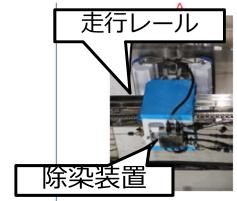
# TEPCO

■ 高所作業台車を使用し、アクセス可能な範囲で高所壁面、天井、天井クレーン (底面、側面)の除染を計画している。





天井面の除染範囲図





高所作業台車イメージ図

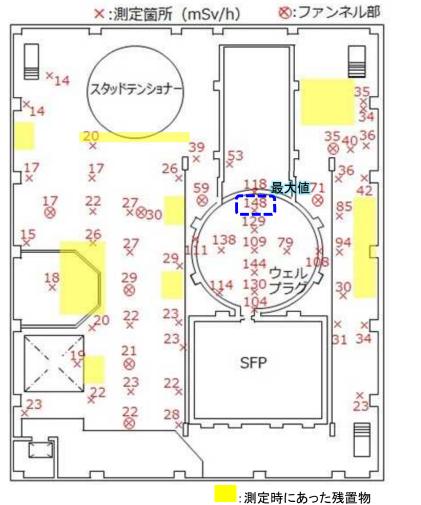
二: 天井ブラシ除染

: 天井クレーンブラシ除染

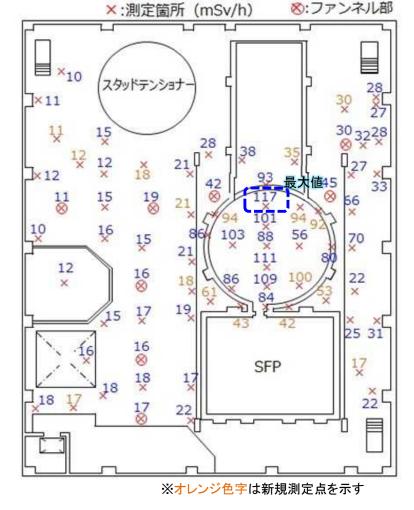
# 参考 7. 空間線量率(γ線線量率)の測定結果〈床高さ:約1.5m〉



- 前回の空間線量率測定結果と比較し、全体で2割程度の線量低減を確認。
  - 線量低減要因(推定)
    - ✓ 残置物移動・片付けによる線量低減:1割程度
    - ✓ 自然減衰(2018年度⇒2020年度の約2年間分): 1割程度







2021年2月~3月測定結果

11

# 1~3号機の原子炉の冷却に必要な注水量について

2021年5月28日



東京電力ホールディングス株式会社

# 原子炉の冷却に必要な注水量について



■ 実施計画Ⅲ第1編第18条では「原子炉の冷却に必要な注水量が確保されていること」を運転上の制限として定めており、必要な注水量の実際の値は、注水温度の季節変化を考慮した崩壊熱相当の注水量※1として以下の式で評価している。

$$W = Q \times \rho \times 3600 \times 10^3 / C_p / (80 - T_{in})$$

W	原子炉の冷却に必要な注水量[m³/h]	Q	崩壊熱[MW]
ρ	水の比容積[m³/kg]	C <sub>p</sub>	水の比熱[J/g/K]
T <sub>in</sub>	注水温度[℃]	80	RPV底部温度が80℃以下であること(第18条)

※1 実施計画 II 2.1 原子炉圧力容器·格納容器注水設備 添付資料-3

■ 至近1年間の必要な注水量の評価結果は以下の通り。(単位はm³/h)

				2020年		2021年						
	6月 7月 8月 9月 10月 11月 12月								2月	3月	4月	5月
1号機	1.0	1.1			1.0	0	.9		0.8		0.	.9
2・3号機	1.2	1.3		1.2	1.1	1.	.0 0.9 1.0			1.	.1	

■ 実際の注水量は、日常の流量変動に対応する運用上の余裕や、設備面での流量下限の制約 などを考慮した目標注水量を定めており、現在の1~3号機では、基本的に3.0m³/h (FDW系:1.5m³/h, CS系:1.5m³/h) としている。

# (参考) 原子炉の冷却に必要な注水量の評価条件



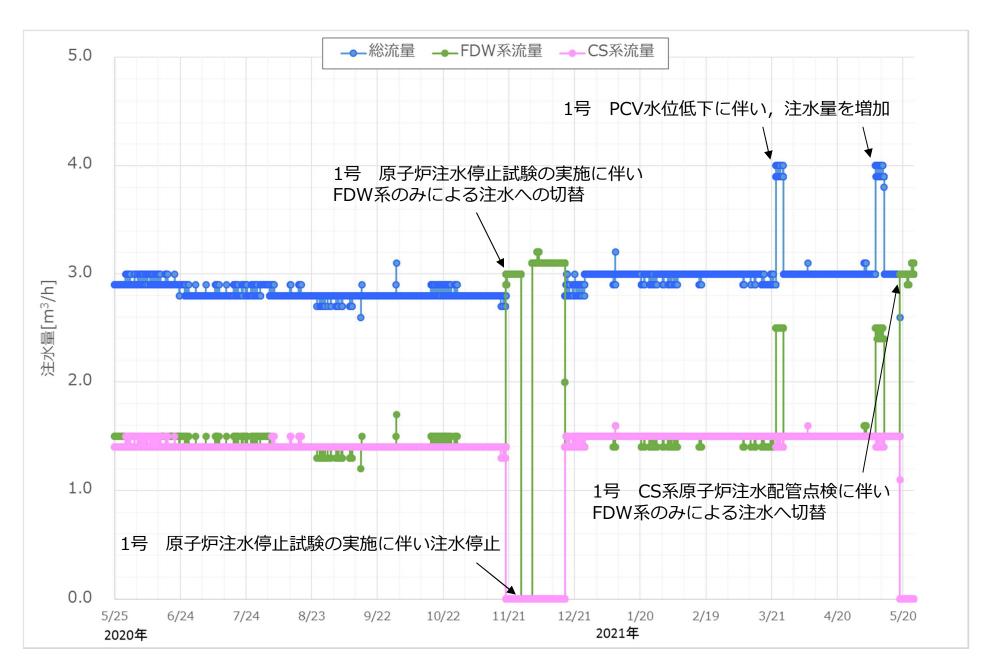
- 至近1年間の評価に適用した崩壊熱は以下の通り。(単位はMW)
  - ➤ ORIGENコードによる評価値
  - ▶ 注水量評価ではセシウム等の既放出 F P の崩壊熱寄与を減じて評価

		2020年								2021年		
	6月 7月 8月 9月 10月 11月 12月							1月	2月	3月	4月	5月
1号機			0.063			0.062 0.061						
2 号機	0.077		0.0	)76			0.075	0.074				
3 号機		0.076			0.0	75				0.074		

- 至近1年間の評価に適用した注水温度は以下の通り。(単位は℃)
  - 過去の実績注水温度から,月毎の季節変化を考慮して設定

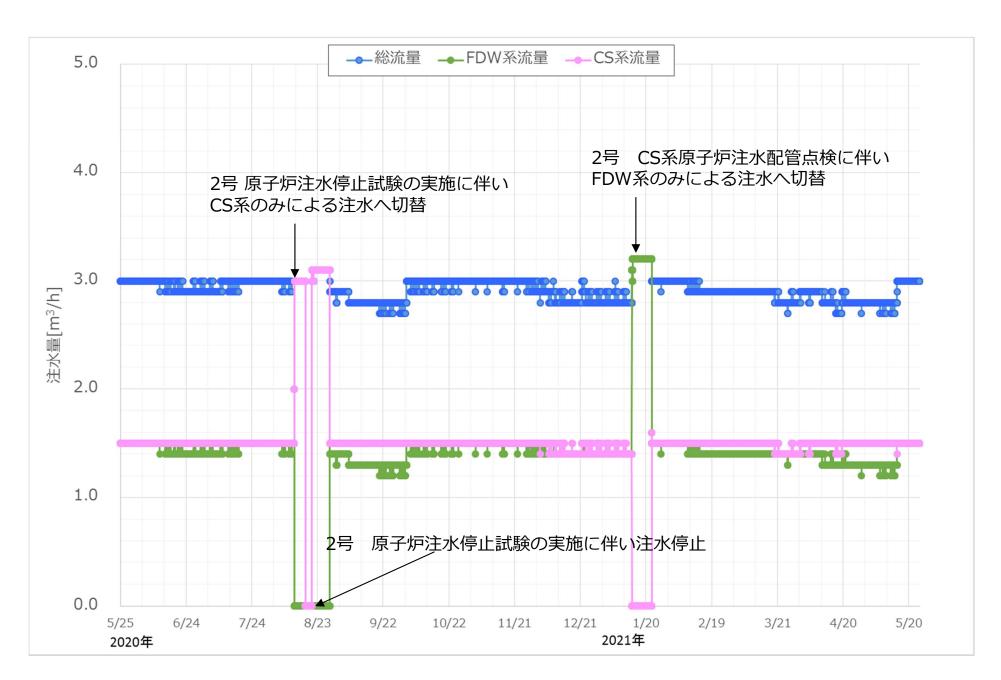
		2020年								2021年		
	6月	6月 7月 8月 9月 10月 11月 12月								3月	4月	5月
1~3号機	27.1	30.8	30.9	29.1	26.2	21.6	17.2	13.4	11.7	14.5	20.2	23.8



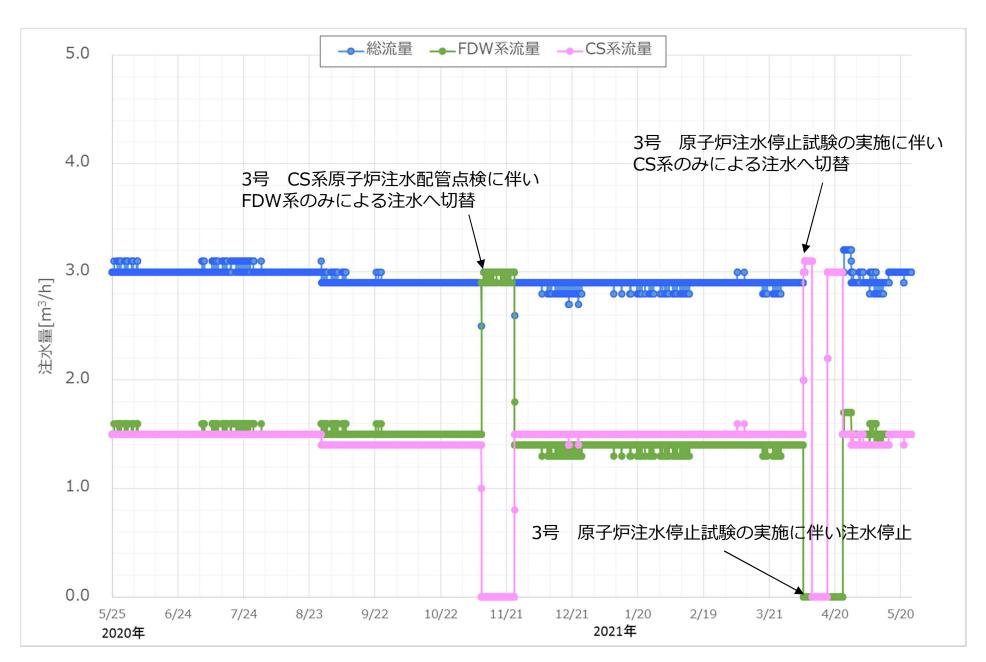


# 至近1年の注水量の実績(2号機)









# 使用済燃料プール水質状況について

2021/05/18



# 東京電力ホールディングス株式会社

# 福島第一原子力発電所 使用済燃料プール水質状況



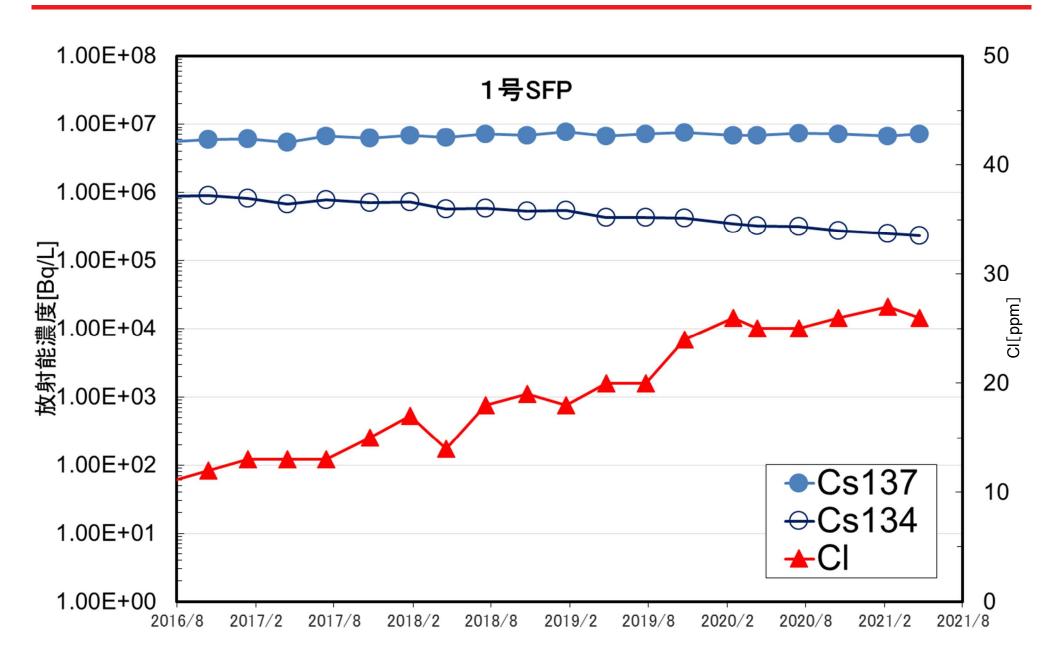
# ■ 使用済燃料プール水質サンプリング結果

試料名	採取日時	рН	導電 率	CI(塩化物 イオン)	Cs-134	Cs-137	備考
4		_	mS/m	ppm	Bq/L	Bq/L	
1号機	2021/02/08	8. 6	34	27	2. 511E+05	6. 659E+06	
SFP	2021/04/23	8. 4	34	26	2. 320E+05	7. 020E+06	
2 <del>号</del> 機	2021/01/22	8. 5	26	16	1. 278E+04	5. 851E+05	実施
SFP	2021/04/14	8.8	26	16	1. 157E+04	5. 713E+05	計画
3号機	2021/01/14	8. 4	35	33	3. 161E+04	6. 882E+05	に基 づくサ
SFP	2021/04/12	8. 4	35	32	1. 763E+04	4. 189E+05	ンプリ
4号機	2021/01/14	8. 5	22	23	7. 880E+01	2. 507E+03	ング
SFP	2021/04/12	9. 0	24	39	6. 147E+01	2. 347E+03	
	管理値		40以下	100以下 (導電率が40mS/m を超える場合	_	_	プール水 温25℃ において

## ✔ 微生物の発生防止のため、ヒドラジン間欠注入を実施中

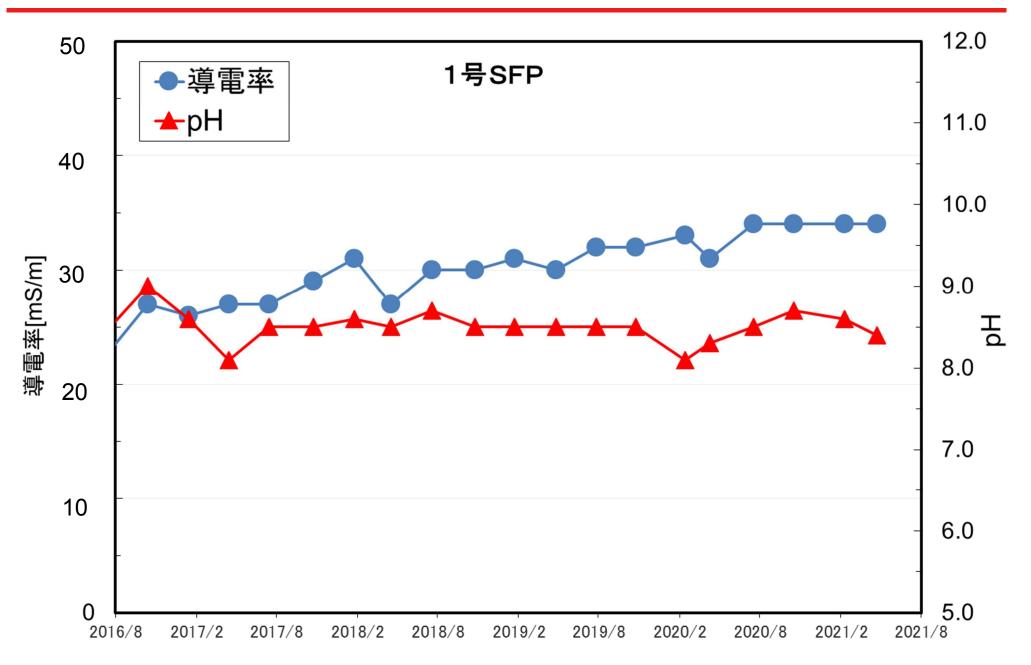
# 【参考】1号機使用済燃料プール水水質変化について(1)





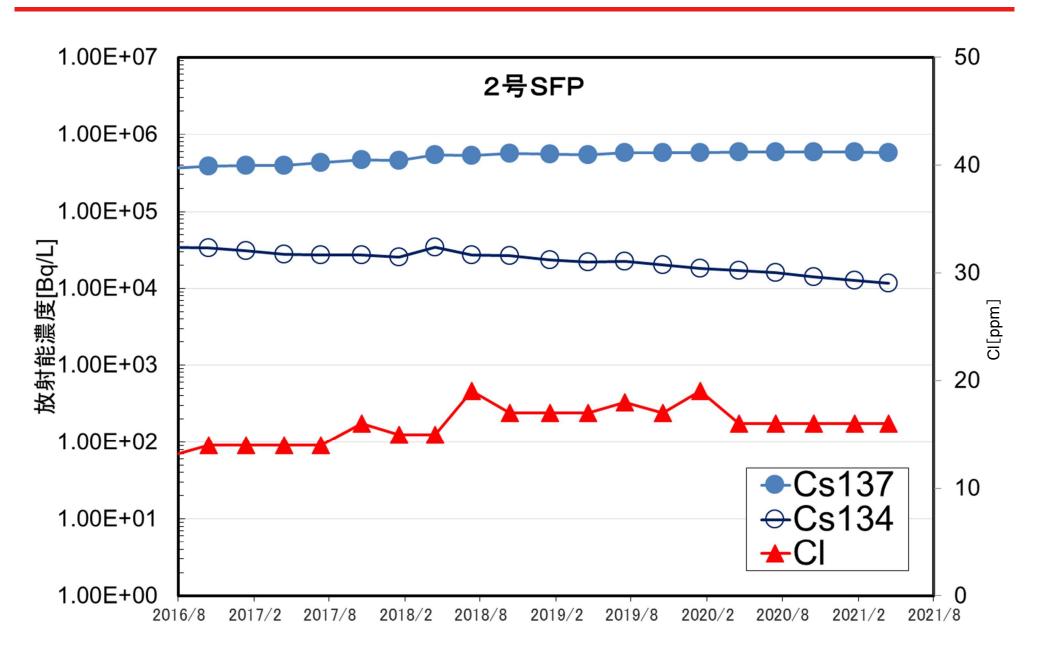
# 【参考】1号機使用済燃料プール水水質変化について(2)





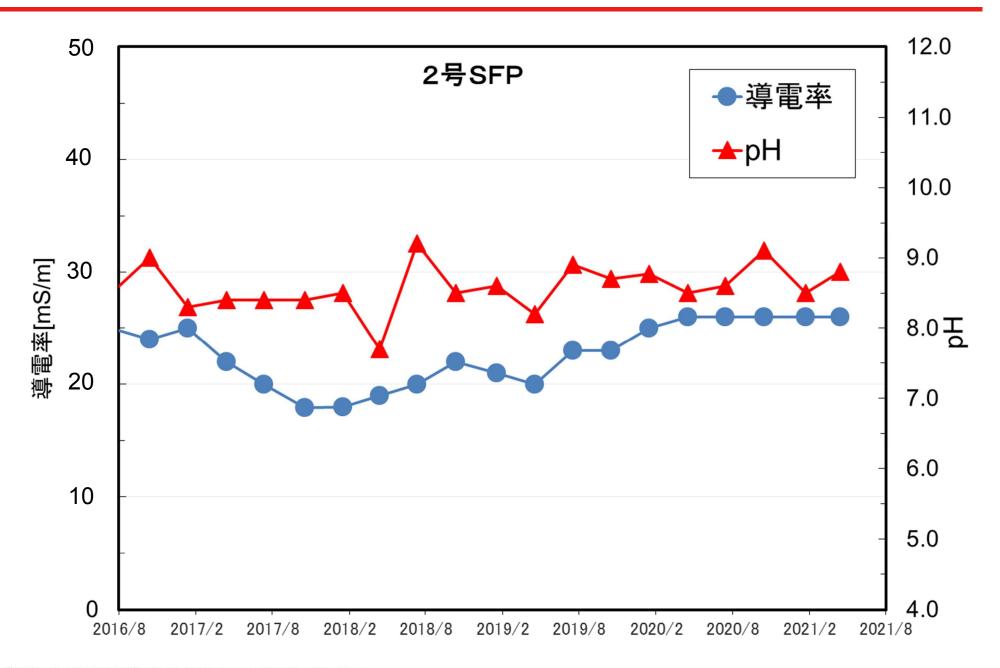
# 【参考】2号機使用済燃料プール水水質変化について(1)





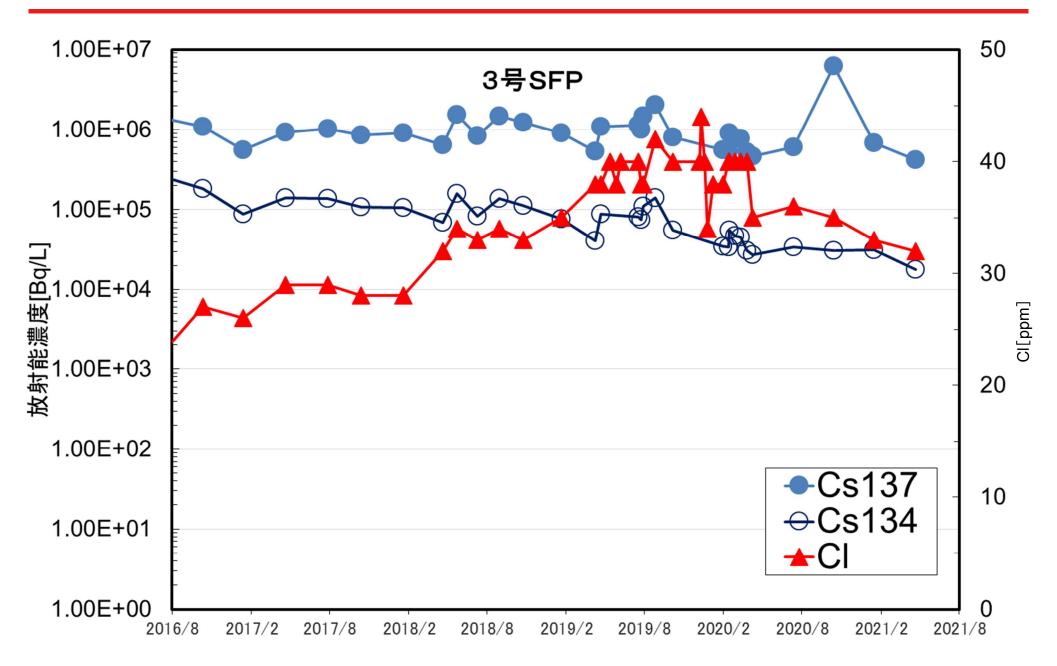
# 【参考】2号機使用済燃料プール水水質変化について(2)





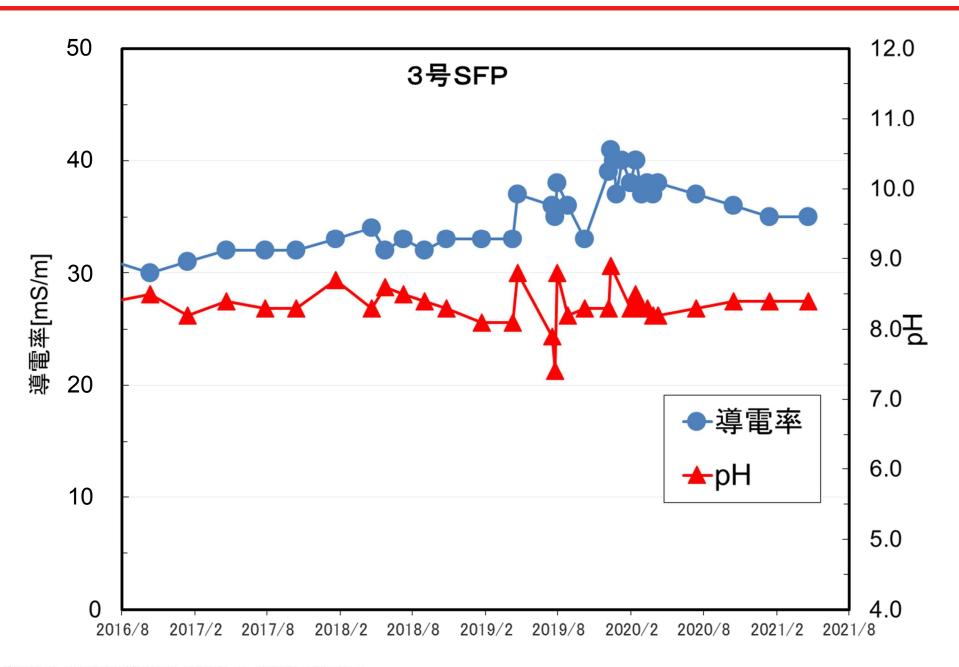
# 【参考】3号機使用済燃料プール水水質変化について(1)





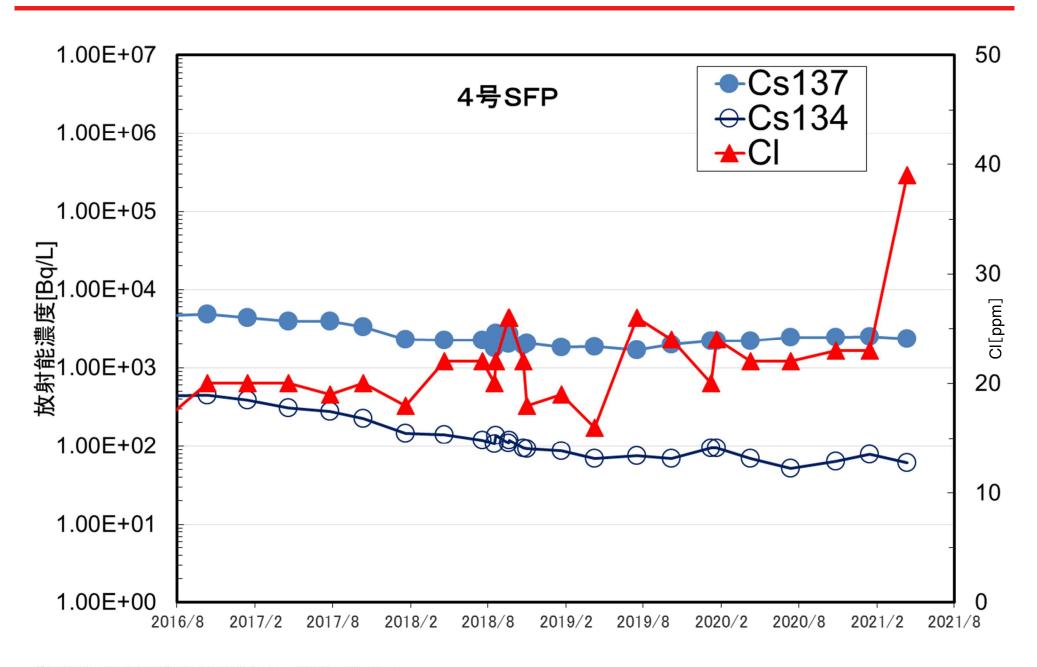
# 【参考】3号機使用済燃料プール水水質変化について(2)





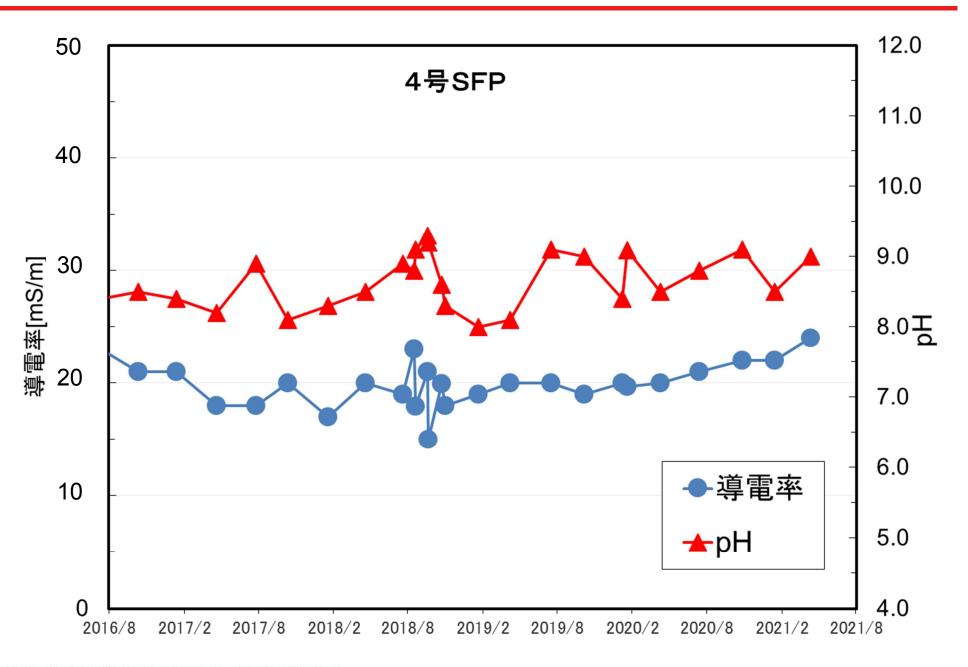
# 【参考】4号機使用済燃料プール水水質変化について(1)

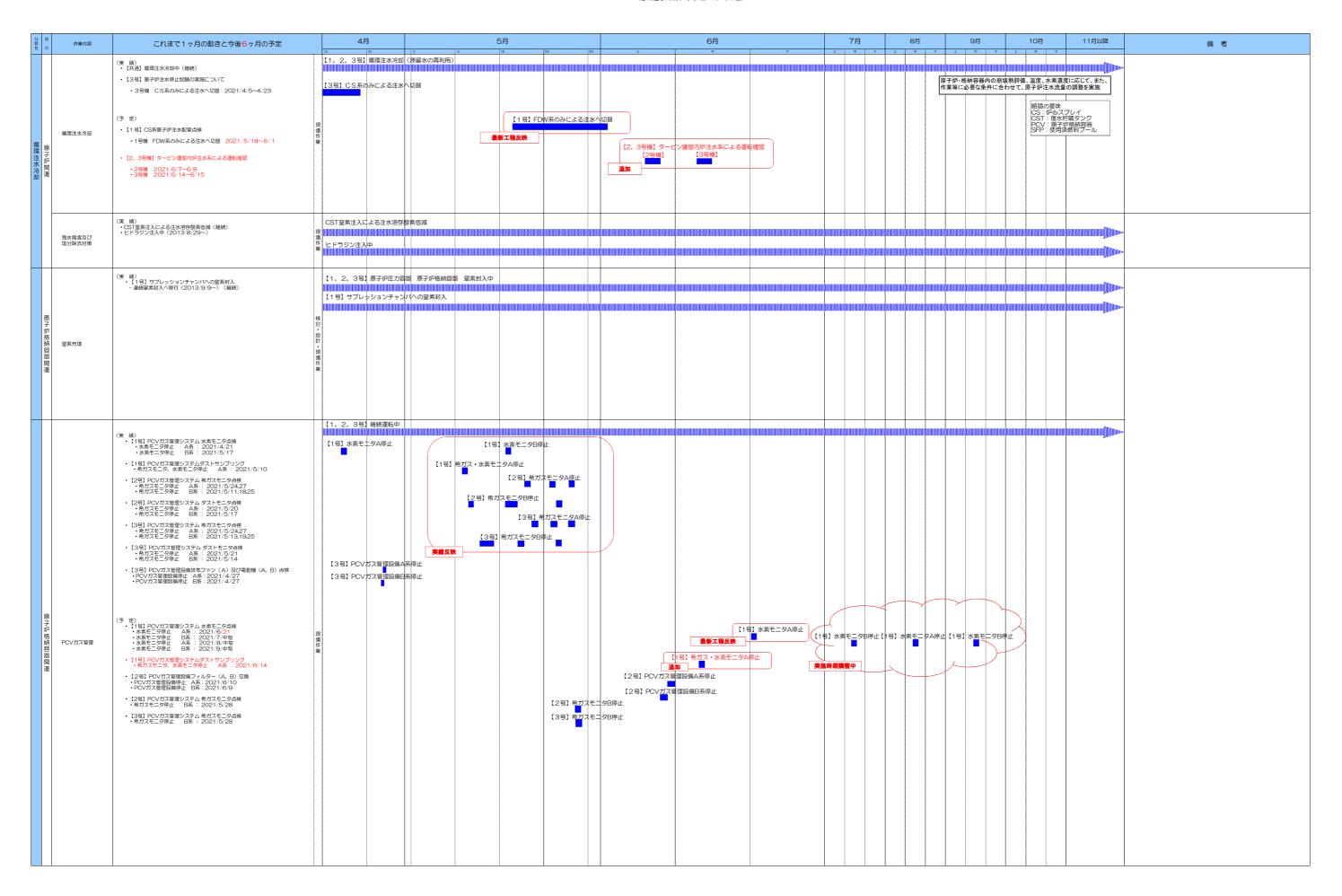




# 【参考】4号機使用済燃料プール水水質変化について(2)

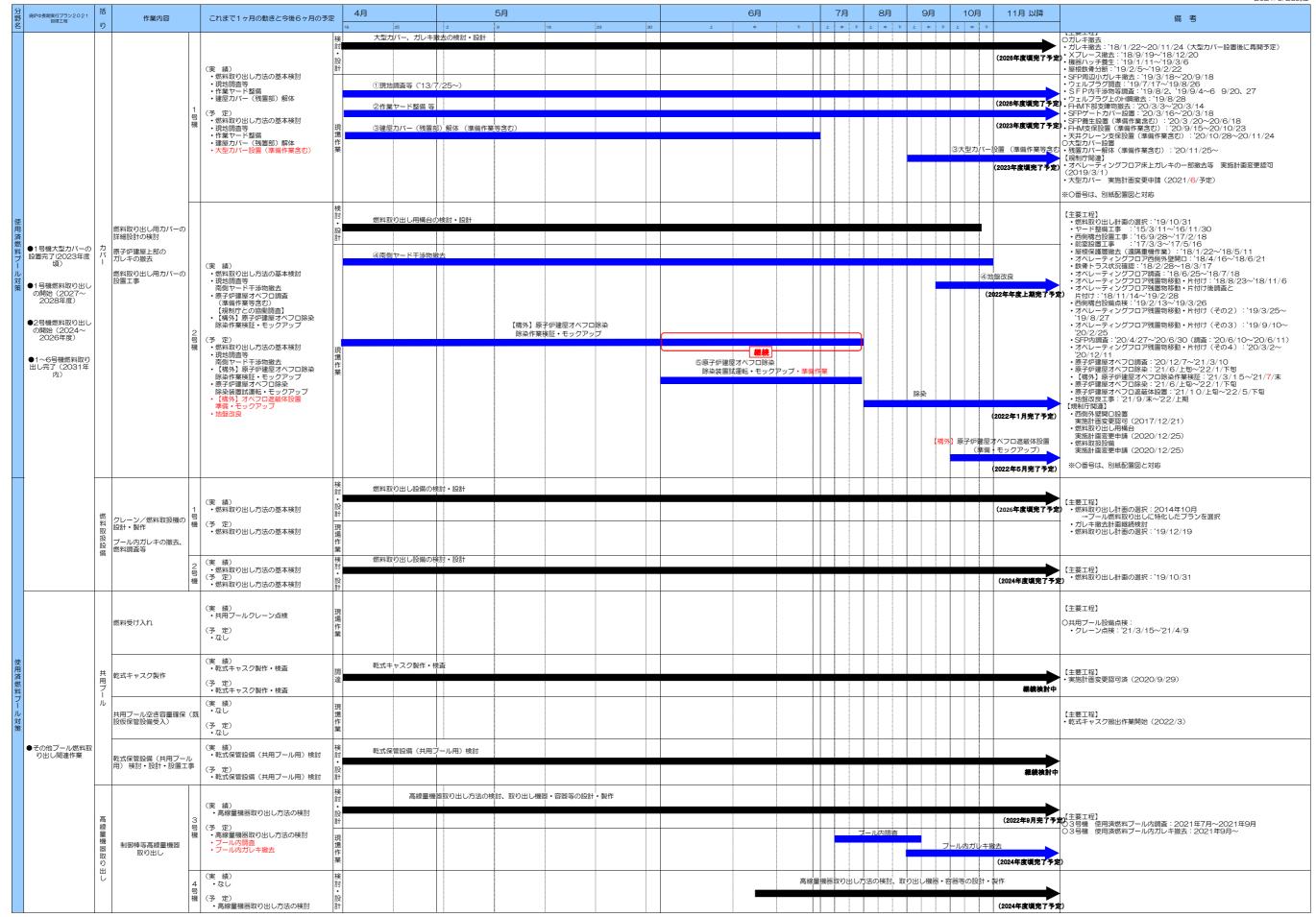






#### 循環注水冷却スケジュール(2/2)

括 作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後6ヶ月の予定	4月	12 19	5月	£23  30	1	6月	<b>A</b>	7月	8月	9月	10月	11月以降	備考
		【1.2,3号】循環冷却中												
	(実績) ・ [共通] 循環治却中 (継続)									***************************************				
使用済燃料プール 循環冷却	(予定)	現場			実施	時期修正 【1号】SFP一次系停止		3		***************************************				
	・ [1号] SFP冷却設備計級品点換及7事類本館ケーブル修理 ・SFP-次系停止: 2021/6/1 ~ 2021/6/25 ・ [2号] SFP冷却設備計級品点検及7事類本館ケーブル修理 ・SFP-次系停止: 2021/6/1 ~ 2021/6/25					[2号] SFP 次系停止 [3号] SFP-次系停止				***************************************				
使用済燃	(3号) SFP冷却設備計模品・配管・電動弁他点検及び事務本館ケーブル修理     ・SFP―次系停止:2021/6/1 ~ 2021/7/2      (共通)1/-3号 SFP二次系共通冷却設備計資品点検及び事務本館ケーブル修理     ・SFP二次系停止:2021/6/1 ~ 2021/6/25				подположения	【共通】SFP二次系停止				***************************************				
料プ   	(実 舗) ・ [共通] 使用済燃料ブールへの非常結注水手段として コンクリートボンブ車等の現態配偶 (緩焼)	【1,2,3号】蒸発量に応	て、内部注水を実施											
連 使用済燃料プール への注水冷却	1	現場 【1,3号】コンクリートボン	プ車等の現場配備											
海水腐食及び	(実 績) ・ [共通] ブール水質管理中 (継続)	検 [1, 2, 3, 4号] ヒドラ												
塩分除去対策 (使用済燃料ブール 薬注&塩分除去)		設 【1, 2, 3, 4号】 プール ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・	N賞官理											
		*			COLUMN TO THE PARTY OF THE PART									



#### 燃料デブリ取り出し準備 スケジュール

廃炉中長期実行プラン2021 目標工程	括 作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後6ヶ月の予定	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月以降	備考
	原子	(実 績) 〇建屋内環境改善(継続) 1 (予 定) 〇建屋内環境改善(継続)	11 18 25	2 9 16 23 30	建屋内環 2階線量性	実施時期調整中	F 4 F		£ # F		建順内環境改善 - 2階線量前面の準備作業のうち3階床面穿孔 - 2007/20〜8/31 R/B2階の線置時面に同けた準備作業のうち、3階 数エリアの大型の線置時面に同けた準備作業のうち、3階 数エリアの大型の線置等形で、2階線置荷車準備作業・調査 20/9/2〜9/9、 20/10/7~410/9 - 2階線置低減の準備作業のうち3階床面穿孔 21/3/12〜4/9、6月〜8月予定
	炉 建 原子炉建屋内の 環境改善 環境改善	(実 績) なし (予 定) なし	現場作業								
	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	(実績) 〇建屋内環境改善(継続) 3 (予定) 日 〇建屋内環境改善(継続)	<b>现境作業</b>			建屋内環形西土リ	竟な善 ア機器撤去および除染	実施時期間	整中	(2021年12月 完了予定)	建原内環境改善 線源調査20/2/19~5/22 原子伊建屋1階の線量調査・線源調査の実施。 準備作業20/11/17~20/12/13 北西エリア機関機大20/12/14~21/3/22 内181階北西エリアの線源となっている制御盤性 去。北西エリア機関機大あよび除業20/7月~21/ 予定
	格納	(実 績)なし 1 (予 定)なし	現 選 作作 業								
●初号機の燃料デブリ 取り出しの開始	容器内水循環システムの構築システムの構築		现場作業								
●取り出し規模の更な る拡大(1/3号機)	(テムの構築	(実 績)なし (予 定) ○原子炉格納容器水位低下(新規) 号	現場作業				$\mathcal{L}$	原子妇格納取水設備設	<b>支施時期調整中</b> 19容器水位低下 2番	(2021年度 完了予定)	3号機原子炉絡納容器内取水設備設置に係る実施 更申請(21/2/1)
●段階的な取り出し規模の拡大(2号機) ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・		(実 績) ○原子炉格納容器内部調査(継続) (予 定) ○原子炉格納容器内部調査(継続)		PCV内部調査 PCV内部調査装置投入に向けた作業					(2021年4) により完了	末に実施の干渉物間』  時期を検討)	OPCV内部調査     PCV内部調査     PCV内部調査に係る実施計画変更申請(18/7・機関で19/1/18)     ・・提回(19/3/1)     「主要工程)     PCV内部調査装置投入に向けた作業(19/4/8・
	,	1 O1/2号機SGTS配管撤去(新規)	現場作業			1/	2号機SGTS配管撤去	実施時期間	<b>陸中</b>	(2021年11月 完了予定)	01/2号機SGTS配管撤去 1/2号機SGTS配管撤去(その1)に係る実施計画 申請(21/3/12)
	燃料デブリの取り出し	(実 績) ○原子炉格納容器内部調査(継続) (予 定) ○原子炉格納容器内部調査(継続)	現場	PCV内部調査 PCV内部調査装置投入に向けた作業						(2022年内完了予定	PCV内能調査に係る実施計画変更申請(18/7/25) ・福正申請(20/9/9) ・一部可(21/2/4) ・1号機(ER) ・1号 ・1号 ・1号 ・1号 ・1号 ・1号 ・1号 ・1号 ・1号 ・1号
	<u> </u>	(実 績) ○3号機南側地上ガレキ撤去(継続)	栗								世で実施することで移动中。 - PCV外部調査委闘役人に同けた作業20/10/2 - PCV外部調査・設備が 30スキャン調査・20/10/30 - 常設監視計器取外U20/11/10~
		3 (予定) (3号機南側地上ガレキ撤去(継続) (3号機南側地上ガレキ撤去(継続)	現境作業	3号機南側地上ガレキ撤去						(2022年3月 完了予定)	

# 多核種除去設備 本格運転の概要について

T=PCO

2021年5月28日

東京電力ホールディングス株式会社



- ➤ 多核種除去設備(既設ALPS)は、現在、確認試験(ホット試験)中のステータスであり、 今後、除去性能に関する使用前検査を受検予定。
- ➤ これまで既設ALPSは設備不具合等により受検を順延していたが、このたび受検出来る状態となったため、受検のための実施計画申請および使用前検査の受検を行う。
- 本格運転移行に向けて、以下のプロセスで実施
  - ① ホット試験における処理前・処理後の水の62核種の分析
  - ② 62核種の分析結果を確認試験(ホット試験)の結果として実施計画に記載 (変更認可申請)
  - ③ 実施計画の認可後、性能に関する使用前検査を受検



> 実施計画変更認可申請のための、各系統における62核種分析状況は以下の通り

A系:入口水/出口水の分析実施済、十分な浄化性能有り

B系:入口水/出口水の分析実施済、十分な浄化性能有り

C系: 浄化運転実施済、入口水/出口水の分析実施中(7月ごろ完了予定)

> 実施計画の認可後、表-10に記載予定の確認事項に基づき、除去性能に関する検査を受検

表-10 確認事項 多核種除去設備

確認事項	確認項目	確認内容	判定基準
	運転性能 確認	実施計画に記載の処理容量が 通水可能であることを確認す る。	実施計画に記載した処理容量が 通水可能であり、設備からの異 音、振動等の異常がないこと。
性能	除去性能	処理済水に含まれる放射性核 種(トリチウムを除く)について、除去対象とする62核種 の放射能濃度を確認する。	『東京電力株式会社福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関して必要な事項を定める告示』に定める周辺監視区域外の水中の濃度限度未満であること。



				20 年	 21 度			
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
使用前検査	设ALPS(C)					使	用前検査申 使用	前検査
+	ナンプリング							
検査 準備	•	62核	種分析(C)					
			初回申請	補正 実施	計画変更			